

# FLONICAMIDA COMO AFICIDA EN CÍTRICOS: EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y EL VOLUMEN DE CALDO EN SU EFICACIA Y EFECTOS SECUNDARIOS

<sup>1</sup> Instituto Valenciano de  
Investigaciones Agrarias,  
Centro de Agroingeniería,  
Moncada (Valencia)

<sup>2</sup> Instituto Valenciano de  
Investigaciones Agrarias,  
Centro de Protección Vegetal y  
Biotecnología,  
Unidad Asociada de Entomología  
UJI-IVIA  
Moncada (Valencia)

## Resumen

El pulgón verde *Aphis spiraecola* Patch (Hemiptera: Aphididae) es una de las plagas claves en nuestros clementinos. Actualmente, el manejo integrado de este pulgón está basado casi exclusivamente en el control químico. La flonicamida es un nuevo aficida sistémico que pertenece a la familia de las piridinocarboxamidas, actuando como inhibidor de la alimentación. En este trabajo se ha determinado el efecto de la concentración y el volumen de caldo en la eficacia para controlar *A. spiraecola* en clementinos así como los efectos secundarios sobre los principales grupos de enemigos naturales. Los resultados mostraron que para un mismo volumen de caldo la eficacia de flonicamida fue ligeramente superior con 150g/ha (~95%) que con 100g/ha (~81%). Cuando comparamos entre volúmenes a 150 g/ha, la eficacia fue similar cuando se aplicó un volumen ajustado al tamaño de la copa y la densidad foliar (833 l/ha) que cuando se aplicó el volumen convencional (1363 l/ha). Los tratamientos de flonicamida mostraron un comportamiento respetuoso con los pocos enemigos naturales presentes en el momento del tratamiento independientemente de la concentración y volumen de caldo aplicados. Serían necesarios ensayos de laboratorio que corroboraran estos resultados.

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El pulgón verde *Aphis spiraecola* Patch (Hemiptera: Aphididae) es una de las plagas claves en nuestros clementinos. La vigorosidad y frondosidad de los clementinos, con una abundante y tierna brotación de primavera, le convierten en el cultivo ideal para el crecimiento de *A. spiraecola*. Este pulgón forma colonias en los brotes tiernos de primavera y mediante la succión de savia debilita el árbol, puede transmitir el virus de la tristeza, al mismo tiempo que enrolla las hojas y excreta grandes cantidades de melaza que impiden el normal crecimiento del árbol (Hermoso de Mendoza *et al.*, 2006; Hermoso de Mendoza *et al.*, 2012; Jacas *et al.*, 2010; Tena y García-Marí, 2011; Vacante y Gerson, 2012). Estos daños se traducen anualmente en pérdidas económicas, por lo que los programas de gestión integrada de plagas (GIP) recomiendan tratamientos con insecticidas contra *A. spiraecola* (Urbaneja *et al.*, 2015) cuando el porcentaje de brotes infestados por este pulgón supera el 25% en primavera

(Hermoso de Mendoza *et al.*, 2006). Por lo tanto, a día de hoy, el manejo integrado de *A. spiraecola* en clementinos está basado casi exclusivamente en el control químico.

La flonicamida es un nuevo aficida sistémico sintetizado que pertenece a la familia de las piridinocarboxamidas. Actúa como inhibidor de la alimentación y es el único representante del grupo 29 (clasificación IRAC). En el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente está registrado desde 2010 para su aplicación contra pulgones en varios cultivos, tanto hortícolas (calabacín, sandía,...) como frutales de pepita (manzano, ciruelo,...) y de hueso (melocotonero). En el año 2014 y 2015, la flonicamida consiguió la autorización de uso excepcional contra pulgones en cítricos por parte del

Ministerio. Teniendo en cuenta la Directiva 2009/128/CE (DOUE, 2009) que establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas, se debería optimizar la aplicación de la flonicamida así como demostrar su eficacia en campo y evaluar los efectos secundarios sobre los principales grupos de enemigos naturales ya que es indispensable que los nuevos insecticidas sean respetuosos con los enemigos naturales responsables del excelente control biológico que ejercen sobre numerosas plagas (Urbaneja and Jacas, 2010).

Por otra parte, para optimizar la aplicación (depositar la cantidad de plaguicida mínimo que garantice la eficacia máxima) es necesario determinar la dosis para cada plaguicida y plaga, así como, la manera en que



hay que distribuir dicha dosis. La dosis de producto en un tratamiento viene determinada por el volumen de caldo y la concentración de la siguiente manera:

$$\text{Dosis (g/ha, l/ha,...)} = \text{Volumen de caldo (l/ha)} \times \text{Concentración (\%, g/l, l, ...)}$$

Generalmente las recomendaciones en las etiquetas de los productos fitosanitarios indican únicamente la concentración que erróneamente denominan como dosis. Por tanto, para definir como realizar la aplicación sería necesario recomendar otro de los dos parámetros de la ecuación (Chueca y Moltó, 2012).

Igualmente, las recomendaciones de cantidad de producto vienen dadas por superficie, lo cual tiene sentido en cultivos extensivos donde la vegetación a cubrir se encuentra en un plano bidimensional pero carece de sentido en cultivos arbóreos donde la vegetación es tridimensional. Diferencias en la forma y altura de la vegetación y marco de plantación pueden dar lugar a densidades de vegetación muy diferentes en una misma superficie. Adoptar las recomendaciones en función de la vegetación, tal y como hacen otros países europeos, es el primer paso para optimizar las aplicaciones (Chueca y Moltó, 2012).

Por todo ello y con el fin de optimizar la aplicación de flonicamida y mejorar la Gestión Integrada de *A. spiraecola* en clementinos, los objetivos del presente trabajo fueron:

I) Estudiar el efecto de la dosis de flonicamida, aplicada con diferentes volúmenes y concentraciones, sobre la eficacia de control de *A. spiraecola* y los efectos secundarios de los principales grupos de enemigos naturales en clementinos.

II) Determinar los parámetros que optimizan la aplicación de flonicamida contra *A. spiraecola*.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Descripción de la parcela y la vegetación

Los ensayos se realizaron en una parcela de 1,74 ha de superficie situada en el municipio de Chiva (Valencia: coordenadas 39°26'38.3"N, 0°33'26.3"E). Las filas estaban plantadas en dirección N-S con clementinos, variedad Orogrande. El marco de plantación era de 6 m x 2,5 m y los árboles estaban plantados sobre una meseta de unos 34 cm de alto con las faldas a una altura de unos 30 cm de la meseta. La altura media de la copa era de 2,6 m, con 2,8 m de ancho y 4,8 m de profundo, por lo que considerando la copa como un elipsoide, se estimó un volumen de vegetación de 18,25 m<sup>3</sup>. Los árboles presentaban una vegetación relativamente densa y regular.

### 2.2. Descripción de los tratamientos

El diseño experimental consistió en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El factor de estudio fue el tratamiento a cinco niveles, tres tratamientos con flonicamida que resultaron de la combinación de dos dosis (100 y 150 g/ha) y dos volúmenes de aplicación (V convencional y V ajustado), un control negativo (testigo sin tratar) y un control positivo, que consistió en la aplicación de un producto de contrastada eficacia contra pulgones en cítricos (Tabla 1).

Tabla 1. Tesis de estudio.

Tesis	Tratamiento	Producto	Dosis (g ha <sup>-1</sup> ) o concentración (g l <sup>-1</sup> ) de formulado	Volumen de caldo*
1	Testigo	-	-	-
2	flonicamida 100 Va	Teppeki <sup>1</sup>	100 g ha <sup>-1</sup>	Vajustado
3	flonicamida 150 Va	Teppeki <sup>1</sup>	150 g ha <sup>-1</sup>	Vajustado
4	flonicamida 150 Vc	Teppeki <sup>1</sup>	150 g ha <sup>-1</sup>	Vconvencional
5	Control positivo	Epik <sup>2</sup>	25 g l <sup>-1</sup>	Vajustado

\* El Vajustado se determinó teniendo en cuenta las características de la plantación y de los árboles.

<sup>1</sup> materia activa: 500 g flonicamida kg<sup>-1</sup> (WG). Belchim Crop Protection España S.A. (Paterna, España).

<sup>2</sup> materia activa: 200 g acetamiprid kg<sup>-1</sup> (SP). Sipcam Inagra, S.A. (Valencia, España). Existe la limitación de aplicar como máximo 250 g/ha en el tratamiento contra pulgones en cítricos.

El volumen convencional (Vc) y la configuración del equipo para aplicar ese volumen (revoluciones de la toma de fuerza, velocidad de avance, marcha del ventilador, presión en boquilla, y número y tipo de boquillas) se decidió en base a las recomendaciones establecidas por el equipo técnico de la finca para realizar el tratamiento contra pulgón. El volumen ajustado (Va) se decidió en base al resultado obtenido en la calculadora de recomendación de volúmenes para cítricos (gipcitricos.ivia.es) que tiene en cuenta las características de la plantación. El volumen recomendado por la calculadora considerando una densidad de vegetación alta y poda normal para el tamaño de la vegetación y el marco de plantación descritos previamente fue entre el volumen mínimo de 713 l/ha y el máximo de 855 l/ha, estableciéndose el valor de 833 l/ha lo que supuso una reducción de un 40% respecto al convencional.

La unidad experimental era una subparcela de 870 m<sup>2</sup> de superficie. En la Figura 1 (pág. 18) se muestra la parcela de ensayo dividida en las subparcelas.

### 2.3. Descripción de la maquinaria y las aplicaciones

Los tratamientos se llevaron a cabo con un pulverizador hidráulico asistido por aire con ventilador axial con 26 boquillas, 13 por lado divididas en dos semi-arcos (Fede Pulverizadores, FuturQi, 1500 l), accionado por un tractor (Chaas 230F Nexos 90 CV).



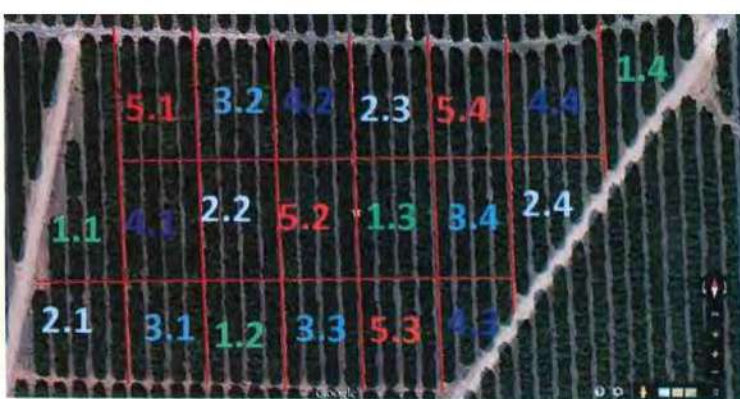


Figura 1. Parcela de ensayo dividida en bloques y subparcelas

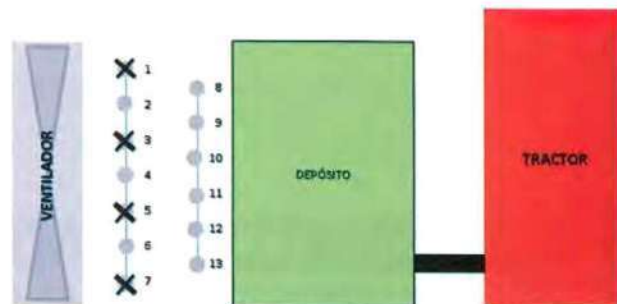


Figura 2. Esquema de ubicación de las boquillas utilizadas para aplicar los tratamientos. Las boquillas señaladas con una X se mantuvieron cerradas durante las aplicaciones.

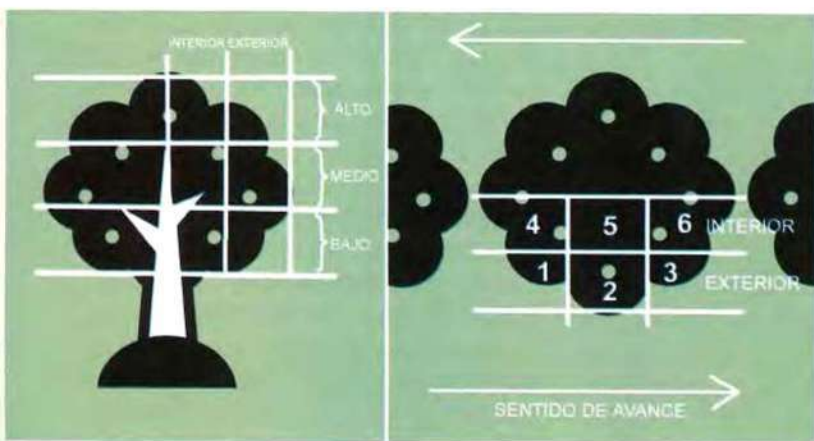


Figura 3. Zonas de muestreo por alturas-profundidades y posiciones.

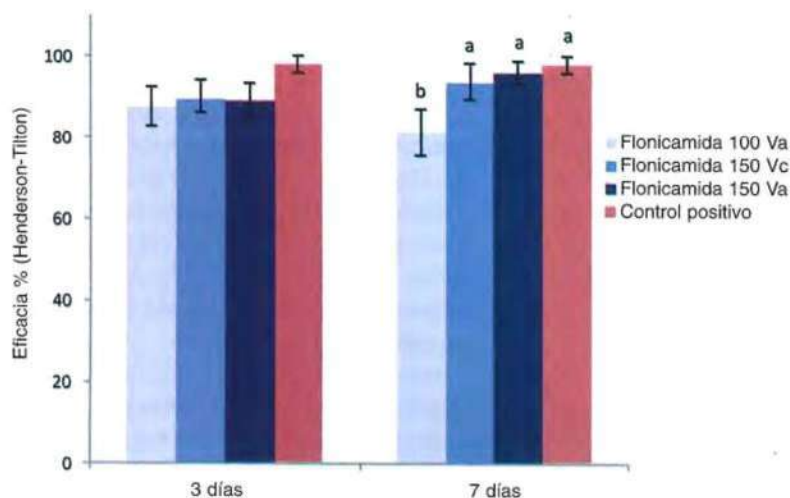


Figura 4. Eficacia (%  $\pm$  SE) de dos insecticidas sobre las poblaciones de pulgones en clementino medias a partir del porcentaje de brotes atacados (Fig. 1). Las letras diferentes sobre las columnas muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos. La falta de letras en un día muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

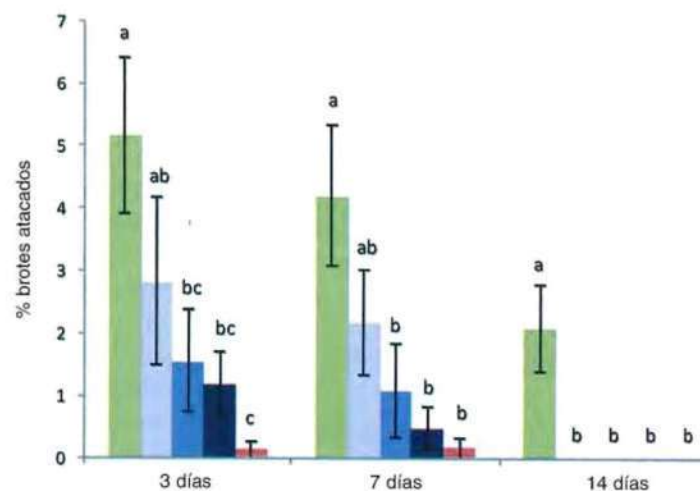
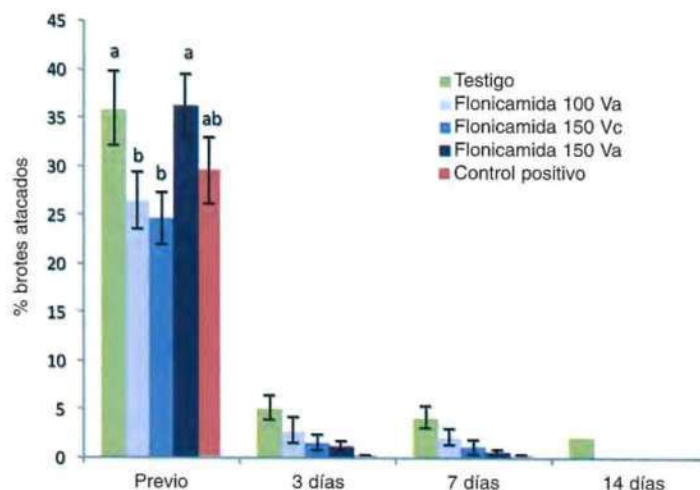
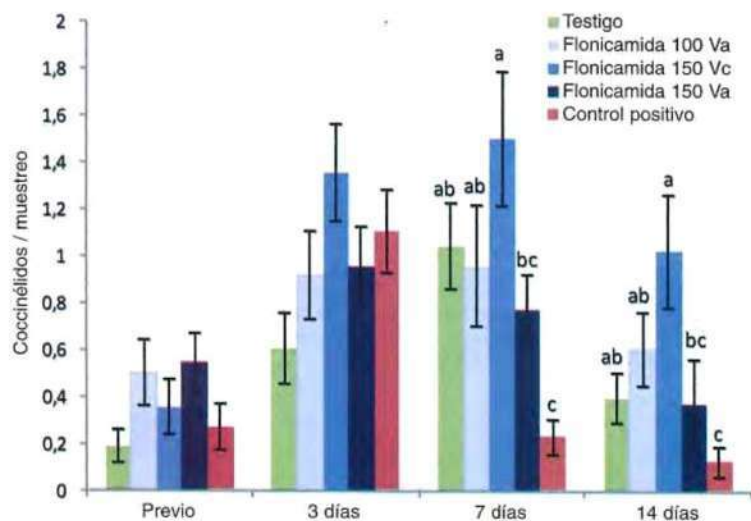


Figura 5. Porcentaje medio de brotes atacados por pulgones ( $\pm$  SE) antes y después del tratamiento en bloques tratados con dos insecticidas diferentes (flonicamida con tres ajustes diferentes y Epik) además de un control. La figura inferior es un detalle de los 14 días tras el tratamiento. Letras diferentes sobre las columnas muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos. La falta de letras en un día muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Figura 7. Número medio de coccinélidos ( $\pm$  SE) contados en el lateral (de la calle de muestreo) y bajo la copa antes y después del tratamiento en bloques tratados con dos insecticidas diferentes (flonicamida con tres ajustes diferentes y Epik) además de un control. Las letras diferentes sobre las columnas muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos. La falta de letras en un día muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos.



**Tabla 2.** Condiciones operativas para la aplicación de ambos volúmenes.

Revoluciones del tractor en el contador (rev min <sup>-1</sup> )	Ventilador			Velocidad de la TDF (rev min <sup>-1</sup> )		Velocidad de avance (km h <sup>-1</sup> )	
	Marcha del ventilador	Velocidad del aire (m s <sup>-1</sup> )	Caudal de aire (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	Teórica	Real	Teórica	Real
1725	1	27,19	74500	490	500	3,60	3,48

Las condiciones operativas en cuanto a revoluciones de la toma de fuerza, velocidad de avance y marcha del ventilador se mantuvieron iguales para realizar todas las aplicaciones del ensayo, tanto del volumen convencional como del ajustado (Tabla 2).

La configuración de los arcos de boquillas para el volumen convencional y ajustado se muestra en la Figura 2 y la Tabla 3. El volumen ajustado se aplicó manteniendo el número y posición de las boquillas abiertas establecidas para el tratamiento convencional, cambiando el diámetro de las mismas. Las boquillas empleadas para aplicar los dos volúmenes fueron boquillas cónicas de disco y núcleo, de chorro hueco, modelo 1553 de la marca Hardi (Hardi International A.S., Taastrup, Dinamarca). El difusor fue en todos

los casos el negro y la diferencia entre los dos volúmenes se debió a los diferentes diámetros del disco utilizado en cada posición (Tabla 3). En ambos casos se utilizó una presión de trabajo de 1 MPa.

Una vez definidos los parámetros de configuración del equipo y antes de la aplicación se realizó una calibración del equipo. En la Tabla 4 se muestra la concentración y la dosis de producto y materia activa (m.a.) que se aplicaron para cada uno de los tratamientos.

## 2.4. Condiciones meteorológicas

Durante la aplicación de los tratamientos, el 12 de mayo de 2015, se tomaron datos de las condiciones meteorológicas. Para ello, se colocó a 5 m de altura (aproximadamente 2 m por encima de la vegetación) un

**Tabla 3.** Tamaño del núcleo de las boquillas empleadas en cada posición para aplicar cada volumen y ángulo respecto a la horizontal (°) de cada boquilla en la aplicación de ambos volúmenes.

Boquilla	Volumen		Orientación respecto a la horizontal (°)
	Convencional	Ajustado	
1	-	-	-
2	16	12	60
3	-	-	-
4	18	12	25
5	-	-	-
6	12	12	5
7	-	-	-
8	12	12	60
9	18	12	45
10	18	12	35
11	18	12	20
12	18	12	10
13	12	12	10

anemómetro ultrasónico 3D (WindMaster 1590-PK-020, Gill Instruments Ltd.) y un termohigrómetro (LOG32, Dostmann electronic GmbH). Los datos de temperatura, humedad relativa y dirección y velocidad del viento medias durante la aplicación de cada tratamiento se muestran en la Tabla 5.

Además, se siguieron los datos meteorológicos (temperatura, humedad relativa y precipitación) durante el ensayo (<http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos>; localidad Cheste). Dos días después de la aplicación de los tratamientos se dieron temperaturas muy altas, cercanas a los 40 °C y humedades relativas muy bajas, cercanas al 10%, lo que pudo afectar a la los pulgones y fauna auxiliar y, por tanto, al ensayo. En cuanto a la precipitación, cayeron 14,3 mm 7 días después de los tratamientos, por lo que su efecto sobre el producto aplicado se consideró despreciable.

**Tabla 4.** Cantidad de producto aplicado en cada tratamiento.

Tesis	Tratamiento	Producto	Volumen de caldo (l ha <sup>-1</sup> )	Dosis de (g ha <sup>-1</sup> )	Concentración formulado (g l <sup>-1</sup> )	Dosis de (g ha <sup>-1</sup> )	Concentración (g l <sup>-1</sup> )
1	Testigo	-	-	-	-	-	-
2	flonicamida 100 Va	Teppeki	833	100,00	12	50,00	6
3	flonicamida 150 Va	Teppeki	833	150,00	18	75,00	9
4	flonicamida 150 Vc	Teppeki	1363	150,00	11	75,00	5,5
5	Control positivo	Epik	833	208,25	25	41,65	5

**Tabla 5.** Condiciones meteorológicas durante la aplicación de los tratamientos (media (error estándar)).

T (°C)	HR (%)	Velocidad del viento horizontal (m s <sup>-1</sup> )	Dirección del viento horizontal (°)*	Velocidad del viento vertical (m s <sup>-1</sup> )
26,87 (0,02)	42,15 (0,06)	1,56 (0,01)	108 (1)	0,11 (0,00)

\*Dirección del viento viniendo del Norte = 0°, Este = 90°, Sur = 180°, y Oeste = 270°.



## 2.5. Distribución del tratamiento en la copa

La distribución del tratamiento en la copa se determinó mediante la estimación del recubrimiento obtenido en diferentes partes de la copa con los dos volúmenes de ensayo. Para ello, se colocaron papeles hidrosensibles (7,6 x 2,6 cm. TeeJet, Spraying Systems Co., Springfield, EEUU) en brotes (zona susceptible de ataque), colocando dos papeles hidrosensibles por brote, en brotes elegidos al azar, en las zonas 1, 2, 3, 4 y 6 de cada una de las tres alturas (Figura 3, pág. 18).

Tras la pulverización y una vez secos los colectores se recogieron y se mantuvieron en las condiciones adecuadas para el transporte hasta el laboratorio. En laboratorio los colectores se fotografiaron para digitalizarlos y se analizaron por análisis de imagen con software específico (Matrox Inspector, v.2.2, Matrox, Dorval, Canada). Las imágenes se tomaron con una resolución de 20 píxeles mm<sup>-1</sup>. Los objetos en la imagen que constaban de un solo píxel se consideraron ruido y se eliminaron. Por tanto, los impactos menores de 50 µm de diámetro (2,5E-03 mm<sup>2</sup>) no se detectaron. En cada imagen, el programa detecta todos los impactos (gotas depositadas sobre el colector) mayores que ese tamaño y posteriormente calcula el recubrimiento (%).

Para estudiar el efecto del volumen y la posición (altura y profundidad) se realizó un análisis de la varianza multifactorial (MANOVA) después de transformar los datos por el arco seno de la raíz cuadrada de (x) para cumplir con la hipótesis de normalidad. Se empleó el test de LSD de Fisher (Fisher, 1935) para la comparación de medias. La hipótesis de normalidad y de homocedasticidad de estos datos y de los siguientes apartados se comprobó mediante papel probabilístico normal y el test de Leven respectivamente. El nivel

de confianza en todos los test estadísticos fue del 95%. Igualmente, para facilitar la comprensión de los resultados, se muestran los datos no transformados en las correspondientes gráficas.

## 2.6. Eficacia de los tratamientos

Un día antes de los tratamientos y 3, 7 y 14 días después del tratamiento se realizaron muestreos para determinar la población de pulgón en los diferentes tratamientos. Para ello se estimó en cada árbol de evaluación el porcentaje de brotes ocupados por pulgones en aros de 0,25 m<sup>2</sup> (siguiendo el protocolo de GIP, gipcitricos.ivia.es) y el número de pulgones en una colonia marcada. El total de árboles evaluados por unidad experimental fue de 12 árboles (6 árboles por fila, en las dos filas centrales de cada subparcela). Los aros se lanzaron al azar sobre la copa de los árboles y para los brotes se seleccionaron aquellos con al menos 5 pulgones y no más de 50. Las ramas que contenían los brotes a evaluar se marcaron con cinta y los brotes a evaluar con un pequeño aro blanco (Ø = 2 cm). Para calcular la media de cada parámetro cada día de muestreo se consideró el árbol como unidad de repetición. La eficacia de los tratamientos se calculó a partir del porcentaje de brotes ocupados utilizando la fórmula de Henderson-Tilton y sólo cuando hubo diferencias significativas en el porcentaje de brotes atacados entre el tratamiento y el control.

Para estudiar el efecto del tratamiento en los diferentes parámetros (% brotes atacados, número de pulgones por brote y eficacia) se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) después de transformar en el caso del % brotes atacados los datos por el arco seno de la raíz cuadrada para cumplir con la hipótesis de normalidad.

## 2.7. Efecto sobre la fauna auxiliar

Paralelamente a la evaluación de la eficacia se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la fauna auxiliar. Para ello, se contabilizó e identificó el número de: momias (pulgones parasitados), coccinélidos (huevos, larvas y adultos) y neurópteros (huevos, larvas y adultos) que se podían observar en los 12 árboles de evaluación (6 árboles por fila, en las dos filas centrales de cada subparcela) de cada unidad experimental. Debido a la presencia de coccinélidos en el suelo, también se contabilizó la presencia de estos en el tronco y bajo la copa de los árboles de evaluación. Además, se contabilizó el número de fitoseidos en cinco hojas internas y maduras de cada uno de los árboles. Para calcular la media de individuos de cada grupo de enemigos naturales se consideró el árbol (sumando los contabilizados en la copa, tronco y suelo u hojas en el caso de los fitoseidos) como unidad de repetición. Para estudiar el efecto del tratamiento en el número de enemigos naturales de cada grupo se realizó un análisis de la varianza (ANOVA).

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Distribución del tratamiento en la copa

En cuanto al recubrimiento obtenido sobre los brotes en el tratamiento (Figura 4), se encontraron diferencias significativas entre los volúmenes aplicados ( $F= 5,46$ ; g.l.= 1, 111;  $p\text{-valor}= 0,0213$ ). Estas diferencias se observan sobre todo en el exterior del árbol, sin embargo, los valores de recubrimiento obtenidos con el volumen ajustado son suficientemente elevados para garantizar la eficacia del tratamiento. Independientemente del volumen aplicado, el recubrimiento fue significativamente superior en la parte exterior de la copa que en el interior ( $F= 38,52$ ; g.l.=1,111;  $p\text{-valor}< 0,0001$ ). Asimismo, al evaluar las diferencias

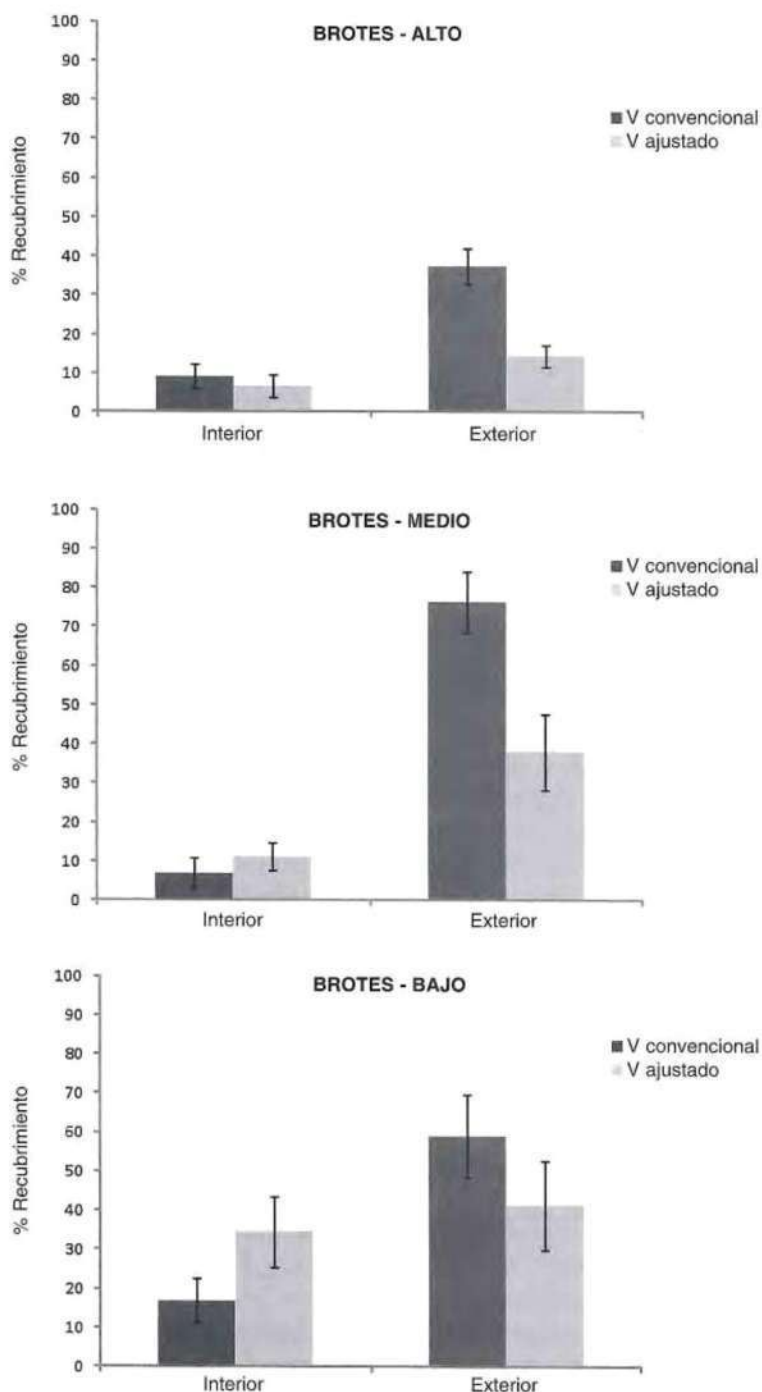


por alturas, se encontró la misma tendencia que al evaluar las hojas, encontrando el mayor recubrimiento tanto en la parte baja como en la media de la copa, que se diferenciaron significativamente de la parte alta ( $F= 8,69$ ; g.l.= 2, 111;  $p\text{-valor}= 0,0003$ ).

### 3.2. Eficacia de los tratamientos

A lo largo del ensayo se contabilizaron un total de 16.734 brotes susceptibles de ser atacados por pulgones de los cuales 1.454 estuvieron atacados por pulgones. El 11 de mayo, un día antes de realizar los tratamientos, el porcentaje de brotes atacados superaba ligeramente el umbral de tratamiento (25%) y se dieron diferencias significativas entre bloques ( $F= 2,87$ ; g.l.= 4, 234;  $p\text{-valor}= 0,024$ ) (Fig. 5, pág. 18). El porcentaje de brotes ocupados fue significativamente mayor en los bloques control y flonicamida 150 Va que en los bloques de flonicamida 100 Va y flonicamida 150 Vc. Tras los tratamientos, el porcentaje de brotes ocupados disminuyó en todos los bloques debido a las altas temperaturas que se alcanzaron esos días. Esta disminución fue mayor en los bloques tratados con flonicamida 150 Va y flonicamida 150 Vc que en el control 3 y 7 días después del tratamiento (3 días:  $F= 4,1$ ; g.l.= 4, 239;  $p\text{-valor}= 0,0031$ ; 7 días:  $F= 4,29$ ; g.l.= 4, 239;  $p\text{-valor}= 0,0008$ ) (Figura 5). Transcurridos catorce días del tratamiento el porcentaje de brotes atacados por pulgones fue tan bajo que no se pudieron realizar análisis estadísticos.

A los 3 y 7 días se evaluó y comparó la eficacia de los cuatro tratamientos a partir de los brotes atacados utilizando la fórmula de Henderson-Tilton (Figura 6, pág. 18). A los 3 días no se encontraron diferencias significativas de eficacia entre los tratamientos ( $F= 1,28$ ; g.l.= 3,190;  $p\text{-valor}= 0,28$ ). A los 7 días ( $F= 3,89$ ; g.l.= 3,190;  $p\text{-valor}= 0,01$ ) el tratamiento de flonicamida 100 Va, que se corresponde con el de menor dosis



**Figura 4.** Recubrimiento (%) (media  $\pm$  SE) obtenido en los brotes con cada volumen en cada posición (altura y profundidad).

empleada 100 g/ha aplicada a la concentración baja de 6 g/hl y el volumen de caldo ajustado de 833 l/ha, presentó un eficacia significativamente menor que el resto de tratamientos. Entre los dos tratamientos de flonicamida a la dosis de 150 g/ha no se encontraron diferencias significativas, por lo que para optimizar la aplicación el tratamiento con volumen ajustado y concentración mayor

sería el recomendable dado que, por un lado, disminuye los costes debido a que reduce el número de veces en llenar el tanque y, por tanto, los tiempos muertos, y por otro lado, es más sostenible dado que se reducen las pérdidas de caldo pulverizado al ambiente, ya que dichas pérdidas son proporcionales al volumen de caldo aplicado por unidad de superficie.



### 3.3. Efectos secundarios

#### 3.3.1. Coccinélidos

A lo largo del conteo se contabilizaron un total de 689 coccinélidos adultos (560), larvas (101) y huevos (28) entre el lateral y la base de la copa. Todos los coccinélidos identificados fueron *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae).

Un día antes de realizar los tratamientos, el número medio de coccinélidos fue similar en todos los tratamientos ( $F_{4,239} = 1,76$ ;  $P = 0,14$ ) (Fig. 7). Tres días después del tratamiento tampoco se observaron diferencias significativas ( $F = 2,35$ ; g.l. = 4,239;  $p$ -valor = 0,055) pero si una y dos semanas después de realizar el tratamiento (7 días:  $F = 5,05$ ; g.l. = 4,239;  $p$ -valor = 0,0006; 14 días:  $F = 4,24$ ; g.l. = 4,239;  $p$ -valor = 0,0025). En ambas semanas, el número de coccinélidos fue significativamente menor en los bloques tratados con Epik que en los tratados con flonicamida 100 Va y flonicamida 150 Vc (Figura 7, pág. 18). Por lo tanto, los tratamientos con flonicamida se mostraron respetuosos con los coccinélidos, uno de los principales grupos de enemigos naturales en cítricos.

#### 3.3.2. Resto de enemigos naturales

En general, la presencia del resto de grupos de enemigos naturales fue escasa a lo largo del ensayo por lo que no pudieron extraerse conclusiones al respecto. En total, se contabilizaron un total de 234 neurópteros pertenecientes a las familias de los crisópidos (169) y conióterígid

(65), 164 momias de pulgón parasitadas y 46 fitoseidos que aparecieron a los 7 y 14 días después del tratamiento.

### 4. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que para un mismo volumen de caldo (833 l/ha) la eficacia de flonicamida es ligeramente superior a la dosis de 150 g/ha (~95%) que a la de 100g/ha (~81%). Cuando comparamos entre volúmenes a la dosis de 150 g/ha, la eficacia es similar cuando se aplica un volumen ajustado al tamaño de la copa y la densidad foliar (833 l/ha) que cuando se aplicó el volumen convencional (1363 l/ha). Por lo tanto, la combinación volumen-concentración que optimiza el tratamiento de flonicamida es la utilización del volumen ajustado a la vegetación a la concentración de 18 g/Hl. De esta manera, se consigue una aplicación más sostenible al reducir el uso del fitosanitario un 40% y las pérdidas por deriva al medio ambiente, ya que dichas pérdidas son proporcionales al volumen de caldo aplicado por unidad de superficie. Además, se mejora la eficiencia de la aplicación porque se reduce el número de veces de llenado del tanque en una jornada (5,9 tanques con Vc y 3,9 tanques con Va) lo cual aumenta en un 11% la superficie que se puede tratar en una jornada. El desarrollo de un modelo de eficacia-deposición de flonicamida en laboratorio permitiría optimizar todavía más su aplicación.

Respecto a los efectos secundarios, los tratamientos de flonicamida mostraron un comportamiento res

petuoso con los pocos enemigos naturales presentes en el momento del tratamiento, principalmente coccinélidos, independientemente de la concentración y volumen de caldo aplicados. Serían necesarios ensayos de laboratorio que corroboraran estos resultados sobre parasitoides y fitoseidos para poder clasificar la toxicidad de la flonicamida sobre estos dos grupos de enemigos naturales.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Belchim Crop Protection España S.A. Los autores quieren agradecer al Grupo Martinavarro S.L. el uso de sus parcelas cítricas.

### REFERENCIAS

- Chueca P., Moltó E. 2012. "Tratamientos fitosanitarios". En "Gestión Integrada de Plagas de Cítricos", Ed. por Urbaneja A., Catalán J., Tena A., Jacas, J., <http://gipcitricos.ivia.es>, 2012.
- Hermoso De Mendoza A., Arouni R., Belliure B., Carbonell E.A., Pérez-Panadés J. 2006. Intervention thresholds for *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Aphididae) on Citrus clementina. *Journal of economic entomology*, 99(4), 1273-1279.
- Hermoso de Mendoza Arocas A.H., Esteve R., Llorens J.M., Michelena J.M. 2012. Evolución global y por colonias de los pulgones (Hemiptera, Aphididae) y sus enemigos naturales en clementinos y limoneros valencianos. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 38(1), 61-72.
- Jacas J. A., and A. Urbaneja. 2010. "Biological control in citrus in Spain: from classical to conservation biological control." *Integrated management of arthropod pests and insect borne diseases*. Springer Netherlands, 61-72.
- Tena A., and García-Marí F. 2011. Current situation of citrus pests and diseases in the Mediterranean basin. *IOBC/wprs Bulletin*, 62, 365-378.
- Vacante V., and Gerson U. (Eds.). 2012. *Integrated Control of Citrus Pests in the Mediterranean Region*. Bentham Science Publishers.
- Urbaneja et al. Urbaneja A., Catalán J., Tena A., Jaques J. 2016. *Gestión integrada de plagas de cítricos*.

#### PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CÍTRICOS

THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. 95 páginas. Formato 21,5 x 28 (2001)

Introducción. Enfermedades infecciosas (Bióticas). Enfermedades bacterianas. Enfermedades en viveros y plantaciones. Enfermedades de las plántulas. Enfermedades fúngicas de la raíz. Nematodos. Enfermedades de las hojas y de los frutos. Enfermedades causadas por Alternaria. Antracnosis. Enfermedades de ramas y ramillas. Miscelánea de hongos y enfermedades asociadas. Enfermedades fúngicas postcosecha.

Podredumbres causadas por *Penicillium*. Podredumbres del pedúnculo. Enfermedades sistémicas transmisibles por injerto. Enfermedades causadas por procariotas. Enfermedades debidas a viroides. Enfermedades víricas importantes. Enfermedades de punteado en hojas jóvenes. Enfermedades de etiología incierta o compleja. Colapso de árboles y muerte súbita de ramas y ramillas. Alteraciones no infecciosas. Problemas ambientales. Daños producidos por productos químicos. Anomalías generales. Breve guía para la identificación en el campo de las enfermedades de los cítricos. Índice alfabético. Fotos en color.

P.V.P. 24 €- (Envíos contra reembolso. I.V.A. incluido. Gastos de envío aparte) Tel.: 96/ 372 02 61 pedidos@edicioneslav.com